



TITLE:

Genetic diversity studies of endangered Grevy's zebra (*Equus grevyi*) in the captivity(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Ito, Hideyuki

CITATION:

Ito, Hideyuki. Genetic diversity studies of endangered Grevy's zebra (*Equus grevyi*) in the captivity. 京都大学, 2016, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19545>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2018-08-01に公開

京都大学	博士（理学）	氏名	伊藤 英之
論文題目	Genetic diversity studies of endangered Grevy's zebra (<i>Equus grevyi</i>) in the captivity （絶滅危惧種グレビーシマウマ（ <i>Equus grevyi</i> ）の飼育下における遺伝的多様性の解析）		
(論文内容の要旨)			
<p>グレビーシマウマ（<i>Equus grevyi</i>）はケニア北部とエチオピアの乾燥地域から半乾燥地域に生息している。ここ数十年の間にグレビーシマウマは生息地の減少、狩猟や家畜種との資源の競合などにより劇的に減少している。野生下の生息数は約 2800 頭にすぎず、飼育下では 508 頭のみである。本種は最も絶滅の恐れのあるウマ科動物の一つであり、動物園など域外での保全が重要である。安定的な集団を維持するためには、遺伝管理を含めた保全計画が必要であるが、これまでに本種において遺伝的多様性に関する情報はほとんどない。さらに、野生下でサバンナシマウマ（<i>Equus quagga</i>）との種間雑種が報告されており、本種の保全上の問題となっている。そのため、グレビーシマウマの種内だけでなく、近縁種との遺伝的構造の把握が必要となっている。また、飼育下における個体の性格の把握は、各個体に適した飼育管理法の策定や集団管理に重要な要素である。そこで、本研究では、グレビーシマウマの飼育下・野生下個体群の保全への応用を目指して、マイクロサテライトマーカーを新規に作製し、本種の遺伝構造を解析した。また、本種において遺伝子と性格の関連性を解明するための基礎的な情報を得るために、攻撃性や馴化性に関与する候補遺伝子としてアンドロゲン受容体遺伝子の多様性を解析した。</p> <p>グレビーシマウマの塩基配列情報からマイクロサテライト 28 マーカーを作製し、本種の遺伝的多様性の評価を行った。さらにこれらのマーカーを近縁種であるサバンナシマウマとヤマシマウマ(<i>Equus zebra</i>)に応用し種間増幅を試みた。本研究で作製したマイクロサテライトマーカーの多様性は、全ての種において個体を特定するのに十分であることがわかった。遺伝的多様性の種間比較では、サバンナシマウマはグレビーシマウマよりも高い多様性を保持していることが示唆された。また、種・亜種の識別だけでなく、2 種のアリル頻度から理論的に作製した F1 及び F2 集団を正しく識別できることも示した。また、ミトコンドリア DNA の 2 つの領域（<i>cytochrome b</i> とコントロール領域）の遺伝的多様性を解析した結果、グレビーシマウマは他の 2 種と比較して遺伝的多様性が極めて低いことが示された。一方で家系解析から算出される遺伝的多様性は、グレビーシマウマはヤマシマウマよりも高かった。これは飼育下グレビーシマウマのファウンダーの多様性がすでに低かったためと推定される。2 つの指標値の矛盾から、野生動物の飼育管理に分子遺伝学的手法を採用することの重要性が示唆された。</p> <p>アンドロゲン受容体遺伝子では、グルタミン酸をコードする配列の繰り返し数に、シマウマ 3 種の種間及び種内で多様性が認められた。ウマでは繰り返し数の多型は報告されておらず、シマウマ 3 種の繰り返し数はウマより多かった（ウマ 5 回、シマウマ 8 回～15 回）。家畜化されたウマで多型が存在せず、野生種のシマウマで多型が見いだされたことから、アンドロゲン受容体遺伝子が家畜化の過程で選択された可能性が示唆された。</p> <p>本研究により、絶滅危惧種であるグレビーシマウマの遺伝構造とアンドロゲン受容体遺伝子の多型の情報を初めて示すことができた。飼育下のグレビーシマウマ集団の遺伝的多様性は従来の家系からの推定よりも低いことが示され、本種の保全には、分子遺伝学的手法による結果も考慮した計画が必要であることが示唆された。新規に開発した遺伝マーカーは、今後、適切な飼育下での保全計画の作成だけでなく、野生集団の遺伝構造の解析、社会行動の解明などグレビーシマウマの保全への活用が期待できる。また、アンドロゲン受容体遺伝子がウマ科動物の家畜化に関連する形質により選択を受けた可能性が示された。この知見は、今後の遺伝子と行動特性の関連性の解明、さらには個体に適した飼育管理、個体特性を利用した集団管理への基礎的な情報となる。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

一般にシマウマと呼ばれる種には、グレビー、サバンナ、マウンテンの3種が存在する。その中でグレビーシマウマは個体数が少なく、絶滅が危惧されている。また野外での種間雑種の存在も報告されている。日本での飼育頭数はわずか20個体である。確実な血縁情報を把握して適切な管理計画を策定するためには遺伝情報が必須であるが、これまで本種の遺伝情報はほとんどなかった。

本研究では、グレビーシマウマにおいて、遺伝マーカーを新規開発し、飼育集団の多様性や遺伝構造を初めて明らかにした。さらに、性格や繁殖に関与する機能遺伝子の解明にも端緒を拓いた。

申請論文の主要部分は4つの章から成っている。第1章の序論では、グレビーシマウマの野外および飼育下での個体数減少の現状や、本種における遺伝解析の意義について論述した。第2章では、次世代シーケンサーを用いてマイクロサテライトマーカーを新規開発し、配列の種類や多様性など、各マーカーの特性をまとめた。また、開発したマーカーを用いて、現存する全個体の識別や、アリル頻度から理論的に作製したサバンナシマウマとの交雑集団の識別が可能であることを示した。これらの情報は、飼育下での繁殖管理に有用な遺伝マーカーを確立できたことを意味する。さらに、ミトコンドリア塩基配列においても、種間および種内の多様性を解明し、グレビーシマウマ飼育集団の遺伝的多様性が家系情報から推定される多様性よりも低いことを示した。この事実は、飼育管理における遺伝マーカーの重要性を明確に示すものである。第3章では、性格や行動に影響する候補の遺伝子について、シマウマにおける遺伝的多型の有無を検証した。飼育動物としてのシマウマは繊細で、馴化が難しいとされており、性格の個体差も大きい。本研究では、個体差の遺伝的背景を解明するため、ヒトやイヌで性格への関与が報告されているアンドロゲン受容体遺伝子に着目し、シマウマ3種において反復配列数の種内および種間多型を見いだした。近縁種であるウマとの比較から、この遺伝子が家畜化に伴って選択された可能性が示唆された。第4章の総合考察では、2章および3章で得られた知見に基づき、飼育下グレビーシマウマの血統管理、すなわち個体間の血縁度、雑種個体の検出、系譜の解明に、新規開発された遺伝マーカーを活用することにより、繁殖計画に大いに役立つと述べている。またこれらのマーカーは、今後、野生集団の遺伝的多様性の解析にも強力なツールとなることが期待される。さらに、個体の性格との関連が明らかになれば、個性に合わせた飼育環境の整備に有用である。シマウマは種によって社会構造が異なり、群を形成するサバンナシマウマに対してグレビーシマウマはオスが縄張りを持つ社会構成のため複数のオスが共存できない点も、飼育個体数の減少に影響している。こうした性格関連の遺伝子の比較により、シマウマ種間の社会構造の差異や、ウマ科の系統進化や家畜化の経緯についても、解明できる可能性がある。

以上のように、これまで遺伝情報がほとんど得られていなかったグレビーシマウマにおいて、飼育現場でも有用な遺伝構造を解明したことは、学術的に極めて価値が高い。さらに本研究で用いた方法論は、他の絶滅危惧種にも応用が可能である。なお、伊藤氏は動物園に勤務する獣医師であり、飼育現場での切実な必要性から本研究を発想した。神経質かつ希少種であるシマウマの試料採取は容易ではないが、職場をはじめとする国内や海外の動物園のネットワークを活用し試料や家系情報を得て、研究を推進した。本研究によって飼育管理に直ちに活用できる情報が得られ、国際連携による生息域外保全の実践に向けて大きく貢献したことは、社会人学生としての本分を十分に果たす業績と認められる。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年12月22日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。